

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-89345

(43) 公開日 平成10年(1998) 4 月 7 日

(51) Int. Cl. ⁶
F16C 17/02

識別記号

F I
F16C 17/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239060

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9 月10日

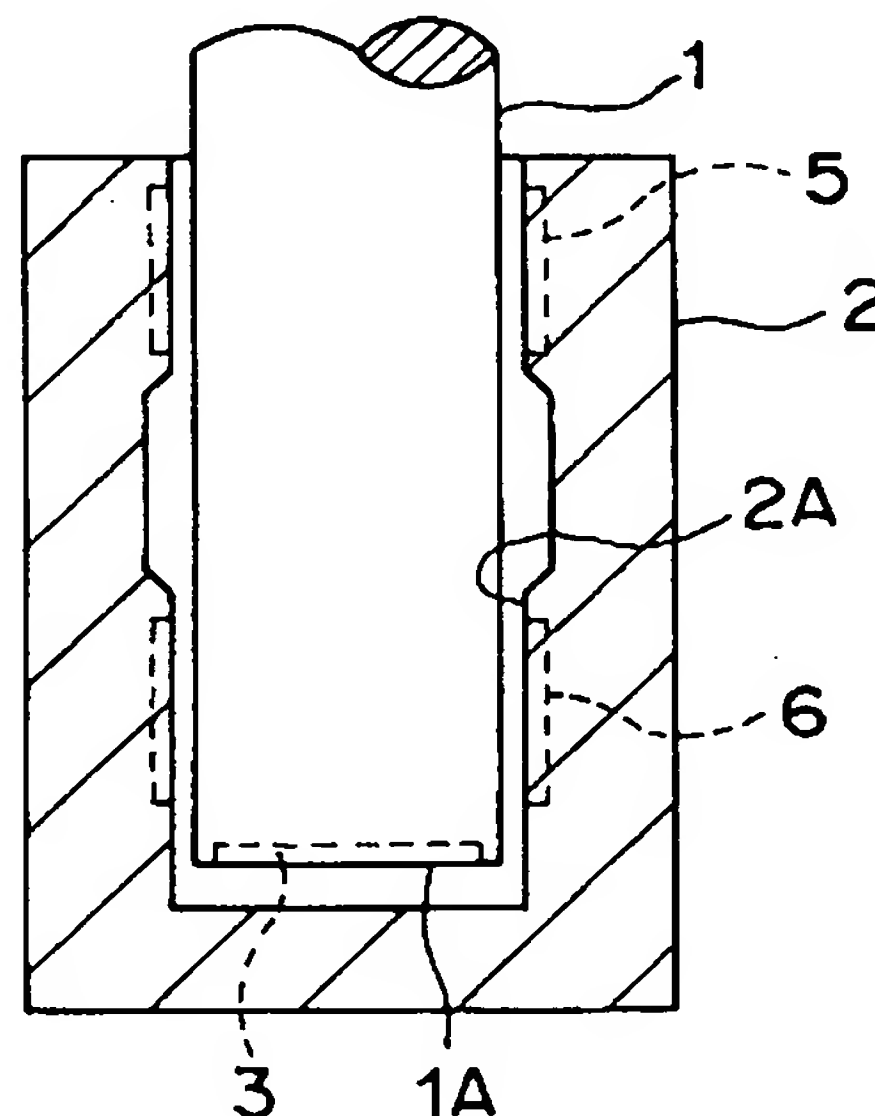
(71) 出願人 000001247
光洋精工株式会社
大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
(72) 発明者 高橋 毅
大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号
光洋精工株式会社内
(72) 発明者 大西 政良
大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号
光洋精工株式会社内
(72) 発明者 ▲高▼村 康雄
大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号
光洋精工株式会社内
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 動圧軸受

(57) 【要約】

【課題】 銅合金製のスリーブに対して動圧発生用すきまの温度変動が小さく、かつ、アブレシブ摩耗にも強い軸を備えた動圧軸受を提供する。

【解決手段】 この動圧軸受は、スリーブ 2 が銅合金で作製されており、軸 1 が、銅合金と近似する熱膨張係数を有するオーステナイト系ステンレス鋼で作製されており、軸 1 の表面層 7 に窒化処理による表面硬化処理がなされている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相対回転する軸とスリーブとを備え、上記軸の外周面または上記スリーブの内周面に動圧発生溝が形成された動圧軸受において、
上記スリーブが銅合金で作製されており、
上記軸が、銅合金と近似する熱膨張係数を有するオーステナイト系ステンレス鋼で作製されており、
上記軸の表面層に硬化処理がなされていることを特徴とする動圧軸受。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の動圧軸受において、
上記硬化処理は窒化処理であることを特徴とする動圧軸受。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 この発明は、動圧軸受に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来、相対回転する軸とスリーブとを備える動圧軸受としては、スリーブを加工性の良い銅合金で作製したものがあるが、この場合、銅合金製のスリーブと軸と熱膨張差を少なくして、温度変化によるすきま変化を少なくするのが理想である。

【 0 0 0 3 】 しかし、銅合金製スリーブと同等の線膨張係数と、アブレシブ(ひっかき)摩耗を軽微にできるような硬度とを併せ持つような軸を備えた動圧軸受はなかった。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、この発明の目的は、銅合金製スリーブを備える動圧軸受において、銅合金製スリーブと同等の線膨張係数と、アブレシブ(ひっかき)摩耗を軽微にできるような硬度とを併せ持つような軸を備えた動圧軸受を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 の発明の動圧軸受は、相対回転する軸とスリーブとを備え、上記軸の外周面または上記スリーブの内周面に動圧発生溝が形成された動圧軸受において、上記スリーブが銅合金で作製されており、上記軸が、銅合金と近似する熱膨張係数を有するオーステナイト系ステンレス鋼で作製されており、上記軸の表面層に硬化処理がなされていることを特徴としている。

【 0 0 0 6 】 この発明によれば、軸を作製するオーステナイト系ステンレス鋼が銅合金と近似する熱膨張係数を有する上に表面層に硬化処理がなされているから、銅合金製のスリーブに対して動圧発生用すきまの温度変動が小さく、かつ、アブレシブ摩耗にも強い軸を備えた動圧軸受を提供できる。

【 0 0 0 7 】 また、請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の動圧軸受において、上記硬化処理は窒化処理であることを特徴としている。

【 0 0 0 8 】 この窒化処理によれば、軸の表面層に与える熱処理歪みが少なくてすむ。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】 以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】 図 1 に、この発明の動圧軸受の実施の形態を示す。この実施形態は、相対回転する軸 1 とスリーブ 2 を備えている。軸 1 の軸方向端面 1 A にはアキシヤル支持用の動圧溝 3 が形成されている。また、スリーブ 2 の内周面 2 A にはラジアル支持用の動圧溝 5, 6 が形成されている。

【 0 0 1 1 】 上記スリーブ 2 は銅合金で作製されている。一方、軸 1 はオーステナイト系ステンレス鋼で作製されている。このオーステナイト系ステンレス鋼としては SUS 303 を用いた。SUS 303 の熱膨張係数 $K_1 = 16 \times 10^{-6} \sim 17 \times 10^{-6}$ [1/K] が、スリーブ 2 の材料である銅合金の熱膨張係数 $K_2 = 17 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6}$ [1/K] に近いから、温度が変化しても、動圧発生のための隙間がほとんど変化しない。また、オーステナイト系ステンレス鋼である SUS 303 は、マルテンサイト系ステンレス鋼に比べて、耐食性および切削加工性が優れている。

【 0 0 1 2 】 また、上記軸 1 は上記 SUS 材に切削加工にて所要形状にした後、塑性加工(コイニング)にて上記動圧溝 3 を形成しその後、研磨にて仕上げ加工がなされ、さらに窒化処理でもって表面硬化処理がなされている。この窒化処理によれば、軸 1 の表面層に与える熱処理歪みが少なくてすむ利点がある。この窒化処理としては、①塩浴窒化、②イオン窒化、③ガス軟窒化を採用すればよい。

【 0 0 1 3 】 ① 塩浴窒化いわゆるタフトライド処理は、 $520^\circ\text{C} \sim 580^\circ\text{C}$ の加熱状態で鋼材をシアン酸化物(KCNO , NaCNO 等)で約 2 ~ 3 時間だけ塩浴し、上記シアン酸化物の分解によって発生する活性な窒素 N が鋼の表面に侵入して、この表面に窒化化合物を形成する処理である。この処理によって、鋼の表面硬度は、ビッカース硬度 H_v で 1000 以上になる。

【 0 0 1 4 】 ② イオン窒化は、密閉容器内に陰、陽両極を封入し、内部圧力を 0.5 ~ 10 Torr に減圧し、両極間に 100 ~ 1500 V の電圧を印加すると、グロー放電が発生する。この際、容器内に H_2 と N_2 の混合ガスまたは NH_3 ガスを導入し、窒化しようとするシャフト(軸 1)を陰極としてグロー放電を行うとグロー放電中の窒素はイオン化され、被処理物(軸 1)の表面に衝突し、イオンが持つ高い運動エネルギーによって被処理物が加熱され、窒化が行われる。

【 0 0 1 5 】 ③ ガス軟窒化は、浸炭性雰囲気中に NH_3 を添加したものと、尿素の分解により発生した浸炭窒化性ガスを用いるものがある。処理温度はいずれも塩浴窒化と同様の温度を目標温度とする。前者は、吸熱型浸炭

性ガス 5 0 体積%, NH_3 5 0 体積%, 露点が 0°C のガスを用いる。また、後者は、尿素を 500°C 以上まで急速に加熱し、複雑な重合を起こさせず、次式のように分解させ、



生成 CO ならびに発生期窒素によりガス軟窒化を行うものである。前者、後者のいずれも塩浴軟窒化と同様な特性を示している。

【0016】また、この実施の形態の動圧軸受の軸 1 は、上記窒化処理の前処理として被処理物の表面の酸化物を金属フッ化膜に置き換えるフッ化処理がなされる場合もある。このフッ化処理後に上記窒化処理を行うことによって、軸 1 の表面に窒化物の平均粒子径が $1\ \mu\text{m}$ 以下の緻密な窒化層(層厚 $10\ \mu\text{m}$)が形成される。このように、軸 1 の表面に緻密な窒化層が形成されることで、軸 1 の表面の油膜切れを防止でき、良好な潤滑性を維持できる。

【0017】上記フッ化処理によれば、フッ化処理に用いる活性化されたフッ素原子が母材の軸 1 表面の鋼に付着していた加工助剤などの異物が破壊されて除去され表面が浄化される。同時に、鋼表面の酸化皮膜のような不動態膜が金属フッ化膜に置き換えられる。この置き換えによって、上記鋼表面が金属フッ化膜によって被覆保護された状態になり、後の窒化処理まで酸化物の生成が阻止される。従って、窒化処理前の鋼表面から確実に酸化物を除去できることになり、鋼表面に緻密かつ均一かつ十分な窒化層を形成できる。

【0018】一方、上記フッ化処理を行わない場合には、窒化処理の際、 $480^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ の温度域では、鋼材中の Cr , Mn , Si , Al のような金属元素が酸化されやすい。しかも、上記温度領域においては、これらの金属元素を完全に中性もしくは還元性に維持する雰囲気をつくるのが困難なので、上記金属元素のほとんどは上記温度領域で酸化される。それによって、窒化処理に際して鋼材の粒界酸化物が形成され、この粒界酸化物が障害となって窒化処理が阻害される。結果として、鋼材の表面に窒化層が安定に形成されにくい。

【0019】これに対し、上記フッ化処理を行う場合には、上記したように鋼材表面から確実に酸化物を除去できるから、一定の窒化層を安定して形成することができる。即ち、窒化処理の際、 $350 \sim 450^\circ\text{C}$ 程度の温度で、窒素源を有するガス(例えば NH_3 ガス)と H_2 ガスとの混合ガスを炉内に導入することによって、上記 H_2 ガスが、鋼材表面を被覆保護している金属フッ化膜を破壊して除去する。これにより、浄化されて活性化した金属素地が現れ、この活性化した金属素地に窒化ガス(例えば NH_3 ガス)中の N 原子が作用し、内部に迅速に浸透拡散し、深い窒化層を均一に形成する。即ち、鋼の表面から内側に向かって CrN , Fe_2N , Fe_3N , Fe_4N 等の窒化物を含有する超硬質な化合物層(窒化層)が、均一に深く

形成され、それに続いて硬質な N 原子の拡散層が形成され、上記化合物層+拡散層が全窒化層を構成する。また、窒化層の硬さも、従来のタフトライド処理品と同等で、表面硬さはビッカース硬さ 450Hv (試験荷重 50gf)を維持している。

【0020】この実施の形態でのフッ化処理に使用するフッ素系ガスとしては、 NF_3 , BF_3 , CF_4 , HF , SF_6 , F_2 の単独もしくは混合物からなるフッ素源成分を N_2 等の不活性ガス中に含有させたガスが好適に用いられる。なかでも、安全性、反応性、コントロール性、取り扱い性などの点で NF_3 が最も優れており、実用的である。このようなフッ素系ガスでは、効果の点から、 NF_3 等のフッ素源成分が 0.05 重量% ~ 20 重量%の濃度に設定される。好ましいのは、フッ素源成分が 3 重量% ~ 5 重量%の範囲内である。

【0021】上記したような前処理としてのフッ化処理の後に上記③のガス軟窒化処理がなされた軸 1 の径方向のビッカース硬さ(Hv)分布を図 2 に示す。図 2 から分かるように、表面の硬さが 1000Hv に達している。また、表面からの深さ 0.2mm の位置ではビッカース硬さが 265Hv である。また、中心部では硬さ Hv は 240Hv になっている。上記深さ 0.0mm から深さ 0.2mm までの部分が軸 1 の表面層 7 を構成している。

【0022】このように、軸 1 の表面硬度が 1000Hv に達しているから、軸 1 はアブレシブ摩耗に強くなる。一方、上記窒化処理による窒化が少ない深さ 0.2mm 以上の内部では、オーステナイト系ステンレス鋼(SUS303 あるいは SUS304)の性質が維持されていて、熱膨張係数が $17.3 \times 10^{-6} [1/\text{K}]$ であり、縦弾性係数が $197 [\text{GPa}]$ であり、密度が $8.03 \times 10^3 [\text{Kg}/\text{m}^3]$ である。したがって、この内部では、銅合金製のスリーブ 2 の線膨張係数 $17 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6} [1/^\circ\text{C}]$ に近い熱膨張係数が維持されている。

【0023】したがって、この実施の形態によれば、銅合金製のスリーブ 2 に対して動圧発生用すきまの温度変動が小さく、かつ、アブレシブ摩耗にも強い軸 1 を備えた動圧軸受を実現できる。

【0024】尚、上記実施の形態では、軸 1 を SUS303 で作製したが、 SUS304 で作製してもよい。

【0025】

【発明の効果】以上より明らかなように、この発明の動圧軸受は、相対回転する軸とスリーブとを備え、上記軸の外周面または上記スリーブの内周面に動圧発生溝が形成された動圧軸受において、上記スリーブが銅合金で作製されており、上記軸が、銅合金と近似する熱膨張係数を有するオーステナイト系ステンレス鋼で作製されており、上記軸の表面層に硬化処理がなされている。

【0026】この発明によれば、銅合金と近似する熱膨

張係数を有するオーステナイト系ステンレス鋼で作製された軸の表面層に硬化処理がなされているから、上記軸はアブレシブ摩耗に対して強くなり、損傷し難くなる。したがって、この発明によれば、銅合金製のスリーブに対して動圧発生用すきまの温度変動が小さく、かつ、アブレシブ摩耗にも強い軸を備えた動圧軸受を実現できる。

【0027】また、請求項2の発明は、請求項1に記載の動圧軸受において、上記硬化処理は窒化処理である。この窒化処理によれば、軸の表面層に与える熱処理歪み

が少なくてすむ。

【図面の簡単な説明】

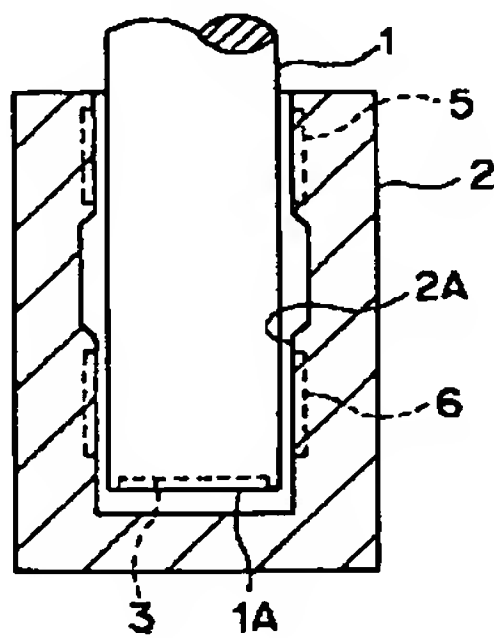
【図1】 この発明の動圧軸受の実施の形態を示す図である。

【図2】 上記実施の形態の軸1の径方向の硬度分布を示す図である。

【符号の説明】

1…軸、1A…軸方向端面、2…スリーブ、2A…内周面、3…アキシヤル支持用動圧溝、5, 6…ラジアル支持用動圧溝、7…表面層。

【図1】



【図2】

